

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRDOGRADNJE

ZAVRŠNI RAD

Mihovil Ratajec

Zagreb, 2013.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRDOGRADNJE

ZAVRŠNI RAD

Mentor:

Prof. dr. sc. Neven Pavković, dipl. ing

Student:

Mihovil Ratajec

Zagreb, 2013.

Izjavljujem da sam ovaj rad izradio samostalno koristeći stečena znanja tijekom studija i navedene literature.

ZAHVALA

SADRŽAJ

SADRŽAJ	I
POPIS SLIKA	III
POPIS TABLICA.....	IV
SAŽETAK.....	V
1. UVOD.....	1
2. ANALIZA TRŽIŠTA	2
2.1. Postojeći proizvodi na tržištu	2
2.2. Konkurentni proizvodi	3
2.2.1. Vibracijski podrivač tvrtke MINOS-agri	3
2.2.2. Vibracijski podrivač tvrtke VEDA-farming	4
2.2.3. Vibracijski podrivač tvrtke Unverferth	5
2.2.4. Vibracijski podrivač tvrtke Clemens	6
2.2.5. Vibracijski podrivač tvrtke INO-Brežice	7
3. ANALIZA PRIKLJUČKA I SPECIFIKACIJA TRAKTORA.....	8
3.1. Pogon traktora	8
3.2. Prijenos.....	9
3.3. Stražnji most	10
3.3.1. Izlazno vratilo	12
4. KONCIPIRANJE VIBRACIJSKOG PODRIVAČA	13
4.1. Funkcijska dekompozicija vibrirajskog podrivača.....	13
4.2. Morfološka matrica	14
4.3. Koncepti	15
4.3.1. Koncept 3	15
4.3.2. Koncept 2	16
4.3.3. Koncept 3	17
4.4. Vrednovanje i odabir koncepta	18
4.5. Opis rada koncipiranog stroja	19
4.6. Opis mehanizma za proizvodnju vibracija	20
4.6.1. Modulacijski disk.....	20
4.6.2. Svornjak	20
4.6.3. Zglobna glava.....	21
5. ODABIR STANDARDNIH DIJELOVA.....	23
5.1. Odabir traktora	23
5.2. Odabir zglobnog vratila	24
5.3. Odabir reduktora	25
5.4. Konstrukcija nosivog postolja.....	26
5.4.2. Odabir profila nosive konstrukcije.....	26
5.4.2. Odabir profila nosača reduktora.....	27

6. PRORAČUN NESTANDARDNIH DIJELOVA	28
6.1. Proračun osovine podrivajuće noge	28
6.2. Proračun zavora podrivajuće noge	29
6.3. Proračun svornjaka oscilacijskog mehanizma	31
6.4. Proračun vratila	32
7. POSTUPAK SASTAVLJANJA PROFILA	36
8. PRILOG.....	37
8.1. Tehnička dokumentacija	37
9. ZAKLJUČAK.....	38
10. LITERATURA	39

POPIS SLIKA

Slika 1.	Postolje vibracijskog podrivača tvrtke INO-Brežice [7]	2
Slika 2.	Postolje vibracijskog podrivača tvrtke MINO-agri procjepu [10]	3
Slika 3.	Postolje vibracijskog podrivača tvrtke VEDA-farming [9]	4
Slika 4.	Opružni vibracijski podrivač tvrtke Unverferth [4]	5
Slika 5.	Vibracijski podrivač tvrtke Clemens [8]	6
Slika 6.	Vibracijski podrivač tvrtke INO-Brežice [7]	7
Slika 7.	Presjek John Deere traktorskog Diesel motora [11]	8
Slika 8.	Mijenjačka kutija traktora modela Deutz-Fahr: Agrotron TTV [12]	9
Slika 9.	Stražnji most traktora [12]	10
Slika 10.	Stražnji most traktora i traktorska poteznica	11
Slika 11.	Zglobno vratilo [13]	12
Slika 12.	Koncept 1	15
Slika 13.	Koncept 2	16
Slika 14.	Koncept 3	17
Slika 15.	3D model vizualizacije koncepta 1	19
Slika 16.	Modulacijski disk	20
Slika 17.	Izometrijski prikaz svornjaka	20
Slika 18.	Prikaz zglobne glave [4]	21
Slika 19.	3D model prikaza oscilacijskog mehanizma	22
Slika 20.	Traktor Lamborghini R2.80 [14]	23
Slika 21.	Izometrijski prikaz kardanskog vratila	24
Slika 22.	Prikaz odabranog reduktora	25
Slika 23.	Raspodjela sila na vibrirajuću papuču	29
Slika 24.	Eksplozirani prikaz dijelova nosive konstrukcije stroja	36

POPIS TABLICA

Tablica 1. Tehnička karakteristika vibracijskog podrivača VEDA farming [9]	4
Tablica 2. Tehnička karakteristika vibracijskog podrivača Clemens [8]	6
Tablica 3. Tehnička karakteristika vibracijskog podrivača INO-Brežice [7]	7
Tablica 4. Kategorizacija veličine priključaka ovisno o snazi traktora.....	11
Tablica 5. Vredovanje i odabir koncepta	18
Tablica 6. Tehnički podaci traktora Lambroghini R2.80 [14]	23
Tablica 7. Popis karakteristika zglobnih vratila	24
Tablica 8. Popis karakteristika reduktora	25
Tablica 9. Popis dimenzija kvadratnih profila [6]	26
Tablica 10. Popis dimenzija pravokutnog profila [6]	27

SAŽETAK

U završnom radu obrađivana tema je "vibracijski podrivač za voćnjake i vinograde". Potrebno je bilo koncipirati i konstruirati inačicu postojećeg proizvoda te ujedno osmisлити novi mehanizam kojim bi se obavljao traženi zadatak - vibracijsko podrivanje tla.

Osnovni zahtjevi su bili da se stroj može monitorirati na stražnji most traktora tj. na poteznicu te da dobava snage dolazi putem izlaznog vratila pa preko kardanskog vratila do reduktora pozicioniranog na stroj. Prilikom koncipiranja proizvoda na umu je valjalo imati jednostavnost korištenja i montaže stroja, kompaktnost dimenzija te optimalna cijena. Prilikom konstruiranja, korištene su standardne europske ISO norme.

Tijekom razrade koncepta izrađena je analiza postojećih strojeva na tržištu, funkcijska dekompozicija te morfološka matrica pomoću koje je odabrano jedno optimalno rješenje. Odabrani koncept je u potpunosti izrađen uz popratni proračun, 3D modele i tehničku dokumentaciju u predviđenom opsegu.

1. UVOD

Tema završnog rada je "vibracijski podrivač za voćnjake i vinograde". U radu se projektira i konstrukcijski razrađuje sami stroj, a najviše se pažnje posvećuje oscilirajućem mehanizmu kojim se pokreće vibrirajuća papuča za rahljenje tla i razbijanje traktorskog kolotraga. Uređaj se konstruira za pogon traktora kategorije II i III te se također obraća se pozornost na optimiziranje konstrukcije i odabir optimalnih i kompaktnih rješenja prijenosa snage.

Rad je podjeljen u 10 cjelina: uvod, istraživanje tržišta, konkurentni proizvodi, analiza načina priključaka na traktor, koncipiranje vibracijskog mehanizma, opis rada vibracijskog mehanizma, konstrukcija stroja, proračun i postupak sastavljanja nosive konstrukcije. U prilogu se nalazi tehnička dokumentacija sklopa i radioničkih crteža nosive konstrukcije, oscilirajući mehanizam, svornjak, modulacijski disk i čahura za ležaj, a na kraju rada nalazi se zaključak.

Glavni cilje zadatka je da se koncipira, analizira te proizvede mehanizam koji svojom jednostavnom izvedbom omogućava brz servis, mogućnost modificiranja gabarita stroja po potrebi te regulaciju brzine rada ovisno o lokalnim karakteristikama tla. Analizom tržišta možemo usporediti dobivene rezultate te ustanoviti način poboljšanja proizvoda. Te podatke ćemo uobličiti u informacije pomoću kojih ćemo moći otkloniti postojeće probleme, poboljšati naš proizvod te učiniti njegovu proizvodnju isplativom, jednostavnom i dostupnom velikom broju zemljoposjednika i radnika.

Računalni program korišten za izradu 3D modela i tehničke dokumentacije je Solidworks 2012 x64 Edition.

2. ANALIZA TRŽIŠTA

2.1. POSTOJEĆI PROIZVODI NA TRŽIŠTU

Vibracijski podrivači za voćnjake i vinograde su agrikulturni strojevi za rahljenje tla i razbijanja kolotraga zbijene zemlje koja nastaje iza traktorskih kotača usljed učestalih prolaza agrikulturne mehanizacije. Takav stroj nema vlastiti pogon već se snaga može dobavljati iz motora traktora tj. izlaznog vratila traktora pomoću zglobnog vratila (kardana). Zbog takvog načina prijenosa snage, priključni stroj isključivo ovisi o pogonskom stroju.

Najvažniji dijelovi vibracijskog podrivača su kardansko vratilo, oscilirajući mehanizam prijenosa snage te sama noga podrivača na kojoj se nalazi vibracijska papuča pomoću koje se obavlja vibracijsko razbijanje kolotraga.

Odabir vibracijskog podrivača je temelja na više parametara poput broja nogu, širine stroja, načina izvedbe vibrirajućeg mehanizma, izlaznoj snazi traktora i brzini vrtnje izlaznog vratila. Uzevši sve parametre u obzir i provevši analizu tržišta možemo doći do zaključa što možemo poboljšati i koje dijelove izvedbe modificirati za potrebe kupaca.



Slika 1. Postolje vibracijskog podrivača sa ravnalom INO-Brežice [1]

2.2. KONKURENTNI PROIZVODI

2.2.1. VIBRACIJSKI PODRIVAČ TVRTKE MINOS-agri

Tvrtka MINOS-agri je turska tvrtka koja raspolaže širokom paletom podrivača prilagodljivim prema svim vrstama okoline i tipovima tla. Njihovi podrivači se dijele na kategorije prema načinu pogona i prema veličini obradive površine tj. prema gabaritima samog podrivača. Vibracijski podrivač koji nude u svojoj ponudi je manjih dimenzija te služi za razbijanje kolotraga i rahljenja tla na vrlo malim površinama. Prednost ovakvog uređaja je potreba za manjom pogonskom silom da se uređaj pokrene i sama jednostavnost izvedbe mehanizma da dovod snage.



Slika 2. Postolje vibracijskog podrivača sa MINOS-agri [10]

2.2.2. VIBRACIJSKI PODRIVAČ TVRTKE VEDA FARMING

Tvrtka VEDA farming je američka tvrtka iz savezne države California koja se proširila svojim inovacijama na svim područjima agrikulturne mehanizacije. Njihov raspon proizvoda nudi mehanizaciju u svim veličinama i inačicama. Tako je ujedno njihova ponuda vibracijskih podrivača raširena na one sa jednom, dvije ili tri vibracijske noge. Kako bi bili korak naprijed s obzirom na svoju konkurenciju, njihovi proizvodi se isključivo oslanjaju na hidrauličku pumpu traktora. To je također i prednost i mana koja ovisi o jačini pumpe tj. jačini traktora, što dovodi do nekompatibilnosti manjih traktora sa vibracijskim podrivačem sa 2 ili 3 vibracijske noge.



Slika 3. Hidraulički vibracijski podrivač sa ravnalom VEDA farming [9]

Tablica 1. Tehnička karakteristika vibracijskih podrivača VEDA farming [9]

KARAKTERISTIKE	SNAGA (KS)	TEŽINA (kg)	OKRETAJI (rpm)	NOGE	DUBINA
SHAKER	80 - 120	500	540	1	1 m
SHAKER TWIN	80 - 120	1500	540	2	1 m
VIBRASOIL	150 - 350	2500	1000	3	0,5 m

2.2.3. VIBRACIJSKI PODRIVAČ TVRTKE UNVERFERTH

Također američka tvrtka, iz države Ohio utemeljena početkom 50-tih godina prošlog stoljeća kako bi se zadovoljila potreba za sve većim agrikulturnim rastom država oko američkih "velikih jezera". Vibracijski podrivač kojeg ova tvrtka proizvode je vrlo jednostavnog ali efektivnog dizajna gdje se koristi potencijalna energija unutar opruge pohranjena prilikom gibanja traktora te se time omogućava obavljanje funkcije podrivanja bez potrebe za dovodom snage od traktora. Time se također omogućava izvedba velikog broja podrivajućih noga koje rade u tandemu i obrađuju veliku količinu tla odjednom.



Slika 4. Opružni vibracijski podrivač Unverferth [5]

2.2.4. VIBRACIJSKI PODRIVAČ TVRTKE CLEMENS

Obiteljska tvrtka iz Australije započela sa radom u vinogradima u suradnji sa investitorima iz Njemačke. Zbog manjih obradivih površina i brežuljkastog krajolika, preuzeli su dizajn podrivača manjih dimenzija poput navedenog turskog modela. Zbog malih dimenzija jasna prednost je manji utrošak snage i goriva da se stroj pokrene, ujedno je traktoru omogućen lakši prolaz između gredica voća i vinograda bez povećane opasnosti da se plodovi oštete.



Slika 5. Vibracijski podrivač tvrtke Clemens [8]

Tablica 2. Tehnička karakteristika vibracijskog podrivača Clemens [8]

KARAKTERISTIKE	SNAGA (KS)	TEŽINA (kg)	OKRETAJI (rpm)	NOGE	DUBINA
TLK 883	40	260	540 - 1000	1	0,6 m

2.2.5. VIBRACIJSKI PODRIVAČ TVRTKE INO-BREŽICE

Slovenska tvrtka započela sa radom pod nazivom INO 1989. godine te se od tada orijentirala na širenje palete svojih proizvoda i tržišta na području Slovenije i bivše Jugoslavije. Vibracijski podrivač je inovacija samostalno osmišljena od strane INO-a te svojim oblikom nudi velike mogućnosti stavljanja dodataka i priključaka na i iza sebe. Pogon je ostvaren prijenosom snage pomoću kardanskog vratila sa izlaznog vratila traktora na reduktor koji dijeli snagu prema priključcima stavljenim na vibracijski podrivač. Dvije noge i kompaktan dizajn nude kvalitetno obavljanje rahljenja zemlje i veliku mobilnost pri kretanju između gredica vinograda i voćnjaka.



Slika 6. Vibracijski podrivač sa pneumatskim rasipačem gnojiva i sjemenki INO-Brežice [7]

Tablica 3. Tehnička karakteristika vibracijskog podrivača INO-Brežice [7]

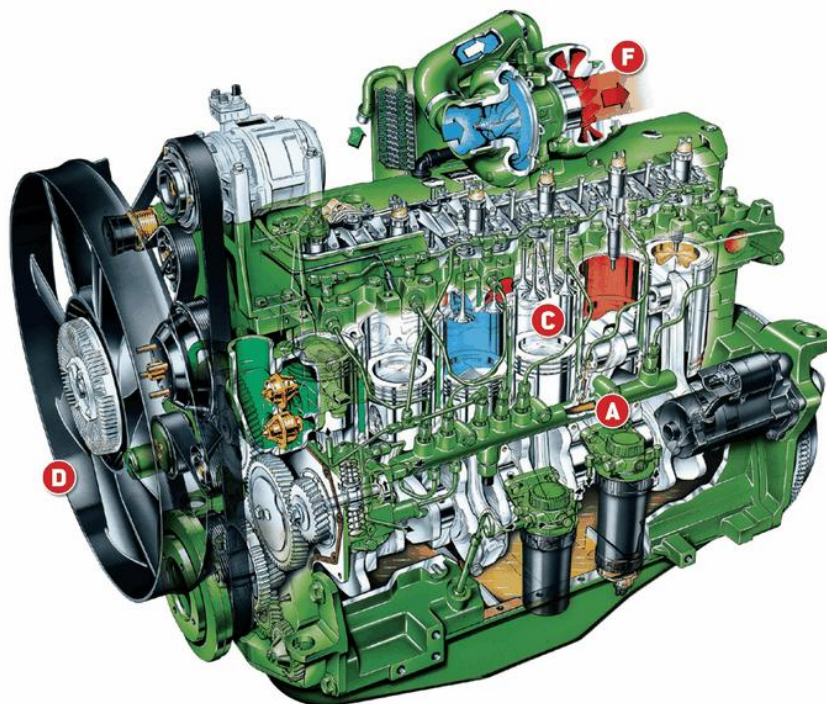
KARAKTERISTIKE	SNAGA (KS)	TEŽINA (kg)	OKRETAJI (rpm)	NOGE	DUBINA
TLK 883	80	600	540 - 1000	2	0,75 m

3. ANALIZA PRIKLJUČKA I SPECIFIKACIJA TRAKTORA

3.1. POGONA TRAKTORA

Traktori spadaju u strojeve za obradu agrikulturnih površina pri čemu su konstruirani za pružanje velikih momenata pri malim brzinama. Traktor kao stroj se sastoji od navedenih glavnih dijelova: nosive konstrukcije, motora, šasijske, prijenosa snage, upravljačkog i mjenjačkog mehanizma te hidraulike i kotača. Prema koncepciji mogu se podijeliti na jednoosovinske - motokultivatore i dvoosovinske. Prema namjeni traktori se dijele poljske, voćarsko-vinogradarske te šumarske.

Motor traktora je tijekom godina razvijan od parnog stroja, preko motora pogonjenih benzinskim gorivom, zatim kerozinom te da bi na kraju bio najzastupljeniji Diesel motor. Snaga motora varira od 18 - 575 konja tj 15 - 480 KW. Prilikom hladnog starta, učestali problem je teško paljenje zbog velike težine zamašnjaka koji prilikom rada osigurava veliki izlazni moment. Kako bi se otklonio takav problem često se ugrađuje manji spremnik koji je punjen gorivom većeg oktanskog broja kako bi se lakše motor upalio, a nakon početka rada, motor počinje dobivati gorivo iz većeg spremnika s jeftinijim gorivom.

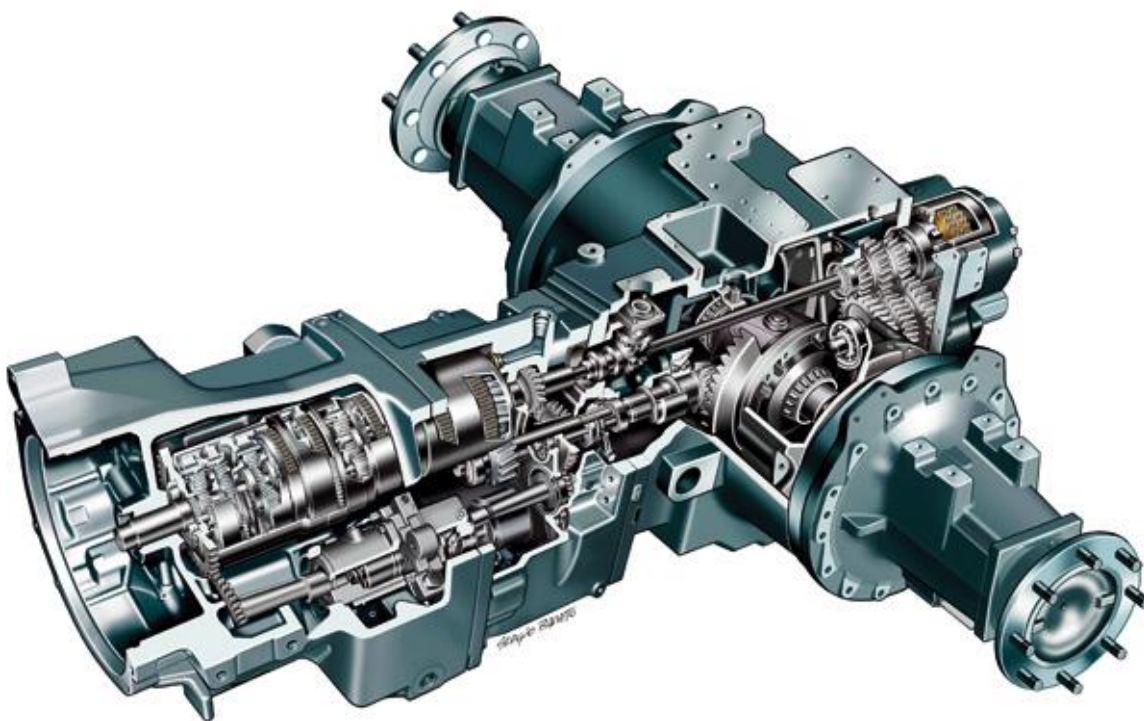


Slika 7. Presjek John Deere traktorskog Diesel motora sa označenim dijelovima: (A) Common-rail injekcijski sustav goriva, (B) Recirkulacija ispušnih plinova, (C) 4-ventilna glava cilinda, (D) Hladnjak varijabilne brzine rada, (E) Dvosupanjski hladnjak zraka, (F) Varijabilni turbopunjač [11]

3.2. PRIJENOS

Transmisija se sastoji uključno isključne spojke, mjenjačke kutije, diferencijala, izlaznog vratila, stražnje osovine i stražnjih kotača. Zadatak spojke je da spoji i razdvoji zakretni moment motora od pogonskog mehanizma. Za traktore se koriste lamelne spojke koje su zapravo frikzione tanjuraste spojke sa više diskova obloženih ferodom kako bi se ostvario što veći faktor trenja.

Današnje mjenjačke kutije traktora su drugačije i kompliciranije izvedbe od ostalih zbog velikih momenata i manjih brzina kretanja traktor može imati i do 16 brzina za pogon unaprijed te 8 brzina za pogon unatrag. Najčešće se koriste hidrostatski mjenjači, CVT mjenjači - kontinuirano varijabilni, te ZF prijenos - varijanta CVT mjenjača, razvijan od strane tvrtke John Deere.



Slika 8. Mjenjačka kutija traktora modela Deutz-Fahr: Agrottron TTV, automatski i visoko efikasni mjenjač sa 16 pogonskih brzina za vožnju unaprijed i 8 za unuatrag. Prenosiva snaga ovakvog modela je konstruirana za traktore do 225 konjskih snaga. [12]

3.3. STRAŽNJI MOST

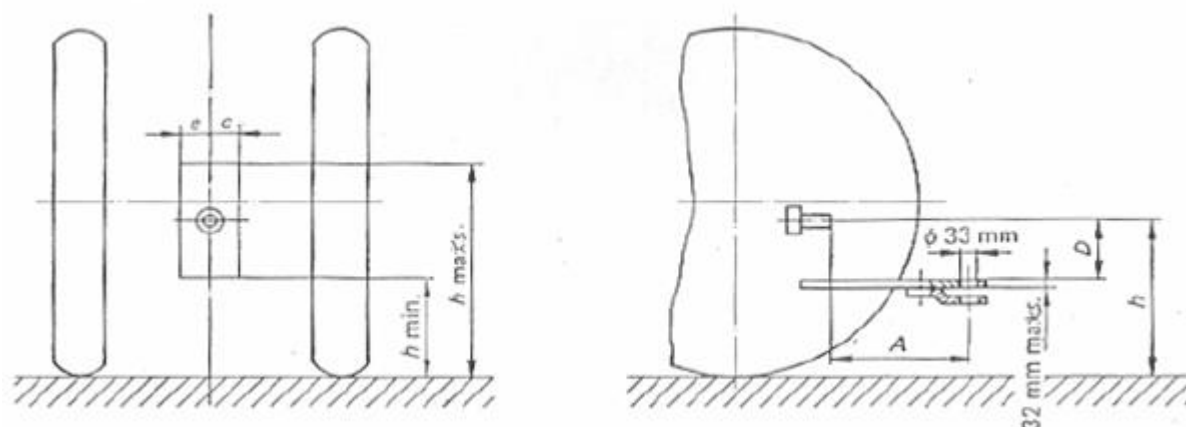
Stražnja osovina i stražnji kotači su pogonski kotači u pravilu značajno većeg promjera obzirom na prednje kotače. Pneumatici na stražnjim kotačima se nazivaju i "ripnjače" zbog dimenzijski velikih ripni koje osiguravaju nesmetan prolazak kroz kohezivno tlo: blato, mokru zemlju i pijesak. Također, traktori se izvođe i u pogonu na dva ili četiri kotača, a u pravilu, moderniji traktori konstruirani su sa sva četiri pogonska kotača. Prednji par kotača su skretni kotači te se njima ostvaruje promjena smjera.

Traktori na stražnjem mostu imaju hidrauliku koja služi za vertikalnu i horizontalnu regulaciju položaja priključaka. Priključci se na traktor priključuju na tri točke čime se osigurava stabilnost. Točka na najvišem položaju se naziva "poteznica" koja je ujedno i poluga sa navojem pomoću kojeg se regulira kut nagiba samog priključka. Visina "poteznice" je najčešće 900 do 1000 mm od tla. Preostale dvije točke su zadnje grede na traktoru kojima se vrši vertikalna regulacija priključaka ostvarena hidrauličkim pogonom. Pritisak ostvaren kod hidrauličkog uređaja je približno 20000 kPA, a sam pomak ovisi o kategoriji traktora.



Slika 9. Stražnji most traktora i traktorska poteznica [11]

Prijenos momenta i snage sa izlaznog vratila traktora obavlja se pomoću kardanskog zglobnog vratila. Kako bi se spoj priključka na traktor uspješno izveo, valja voditi računa o kompatibilnosti proizvodnih dijelova, broju okretaja vratila te ciljanom broju okretaja pogonjenog uređaja. Velika većina uređaja je dizajnirana kako bi se ostvarila kompatibilnost rotacija pri 540 okretaja u minuti koje traktor postiže pri 75% nominalnog naprezanja. Dimenzije priključnih vratila su standardizirane, a visina izlaznog vratila varira u granicama od 450 do 875 mm.



Slika 10. Stražnji most traktora i traktorska poteznica

Tablica 4. Kategorizacija veličine priključaka ovisno o snazi traktora

Kategorija	Veličina priključka		Razmak između donjih priključaka	Snaga na izlaznom vratilu	Pomak hidraulike
	Gornji priključak	Donji priključak			
0	17 mm	17 mm	500 mm	< 15 KW	580 mm
1	19 mm	22,4 mm	718 mm	15 - 35 KW	610 mm
2	25,5 mm	28,7 mm	870 mm	30 - 75 KW	650 mm
3	31,75 mm	37,4 mm	1010 mm	60 - 168 KW	735 mm
4	45 mm	51 mm	1220 mm	135 - 300 KW	760 mm

3.3.1. IZLAZNO VRATILO

Najzastupljeniji i najlakši prijenos momenta sa traktora na radni stroj se odvija preko izlaznog vratila. Ovisno o godini proizvodnje i koncepciji traktora, izlazna vratila mogu biti pozicionirana najčešće iza, ali i ispred traktora, dok su stari modeli traktora imali izlazno vratilo pozicionirano sa strana.

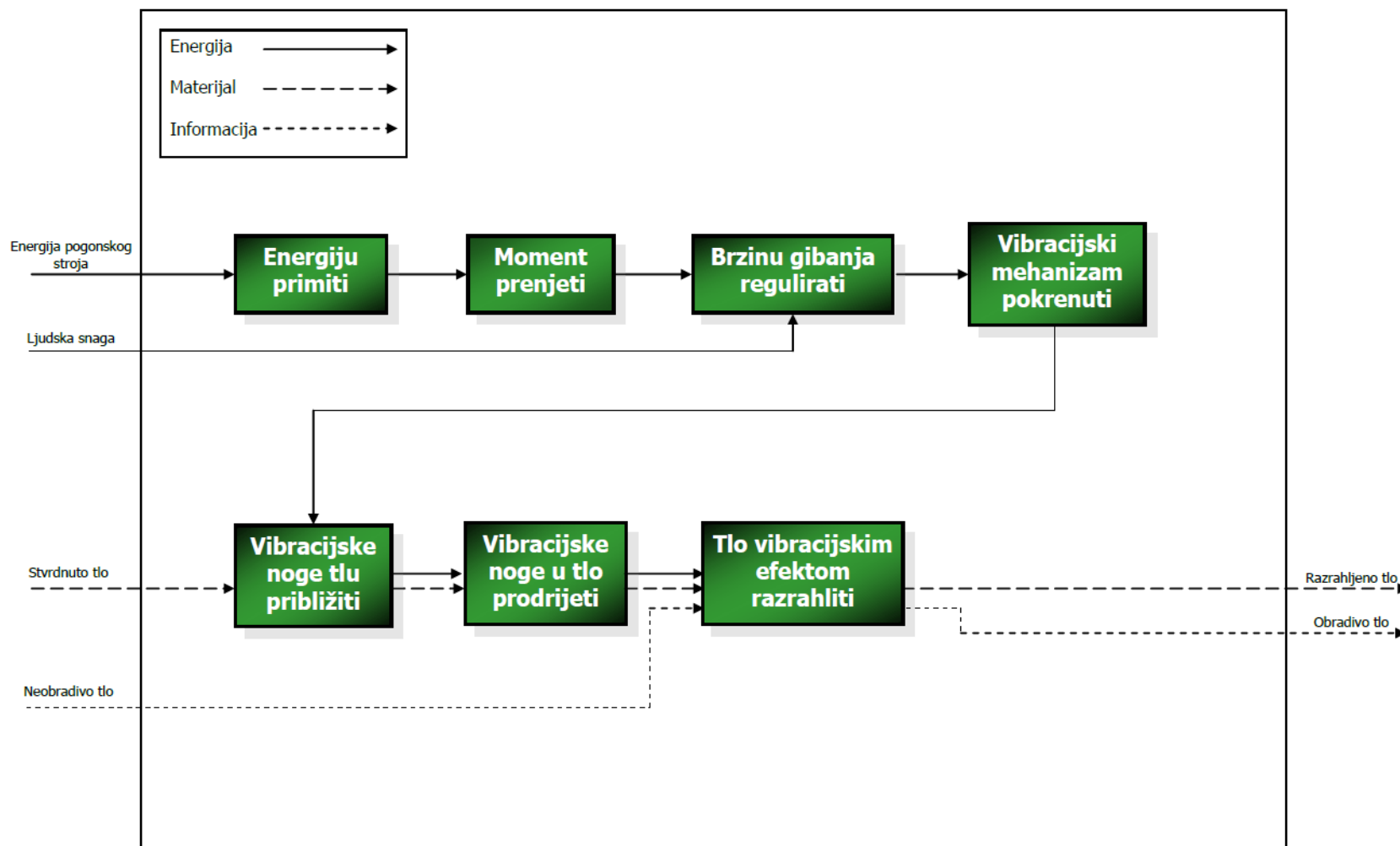
Kako bi se snaga mogla prenjeti na različite strojeve čiji se pretvarači momenta poput reduktora ili multiplikatora nalaze na različitim visinama koristimo kardansko vratilo. Kardansko vratilo je sustav izrađen od dva vratila povezana kardanskim zglobovima tj. križnim zglobovima koji služi za prijenos momenta sa pogonskog na radni stroj čije se osi vratila ne poklapaju. Ovaj sustav omogućava translaciju i nagnjanje osi vratila što ga čini prikladnim prilikom prijenosa snage kod nestacionarnih motora. Takva vratila su najviše primjenjiva kod teških vozila poput agrikulturne mehanizacije, autobusa, kamiona te vojnih vozila, ali također i kod automobila sa pogonom na stražnje kotače ili terenska vozila sa pogonom na sva četiri kotača.



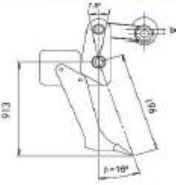


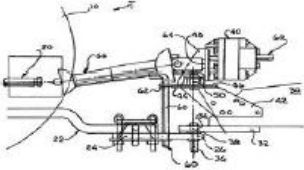
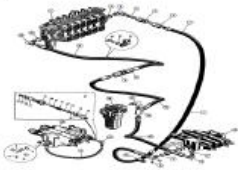



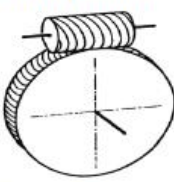
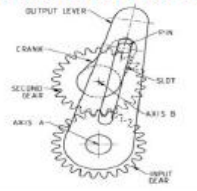
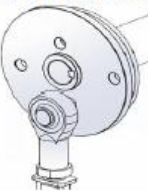

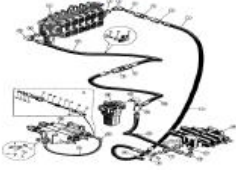


Slika 11. Zglobno vratilo (kardan) [13]

4. KONCIPIRANJE VIBRACIJSKOG PODRIVAČA

4.1. FUNKCIJSKA DEKOMPOZICIJA VIBRACIJSKOG PODRIVAČA



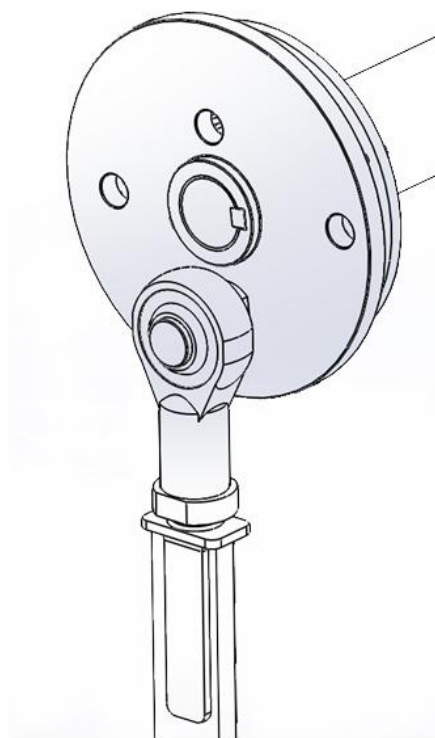
4.2. MORFOLOŠKA MATRICA

Funkcija	Riješenje 1	Riješenje 2	Riješenje 3
Funkcija podrivanja	Oscilacijski mehanizam 	Hidroaulički mehanizam 	Opružni mehanizam 
Izvor snage potreban za pogon	Kardansko vratilo traktora 	Hidraulički pogon traktora 	Rotacijom dodatnog kotača 
Prijenos snage	Stožnici sa ravnim zubima 	Stožnici sa kosim zubima 	Pužni prijenos 
Vibracijski mehanizam	Oscilirajući mehanizam 	Modulacijski disk 	Zasebni vibromotor 
Elevacija vibracijskog podrivača	Hidraulički pogon traktora 	Zasebni elektromotor 	Ručni pogon 

4.3. KONCEPTI

4.3.1. KONCEPT 1

Snaga za pogon stroja se dobiva pomoću kardanskog vratila spojenog na izlazno vratilo traktora. Reduktor dijeli tu snagu prema dvije noge i snižava broj okretaja te povećava moment potreban za rad vibracijskih papuča pod opterećenjem zemlje. Elevacija traktorskog priključka se obavlja pomoću hidrauličke pumpe traktora koja je spojena na poteznicu. Svaka noga je spojena sa vodicom koja je ekscentrično uležištena kuglastim ležajem na disk zavaren na izlazno vratilo iz reduktora. Takvom izvedbom smo omogućili jednostavnu montažu i demontažu te iznimnu jednostavnost vibracijskog mehanizma kojeg je lako servisirati. Na kraju noge, vibrirajuća papuča je učvršćena osovinicom za nogu, a vodilica je vezana na suprotnom kraju za držač pomoću kojeg se ostvaruje podizanje i spuštanje papuče ovisno o položaju vodilice. Prednost je velika mogućnost modificiranja dovedene snage i razvoda te snage na više noga. Mana ovakvog mehanizma je cijena izrade, ali s obzirom na mogućnosti koje nudi je zanemariva.



Slika 12. Koncept 1

4.3.2. KONCEPT 2

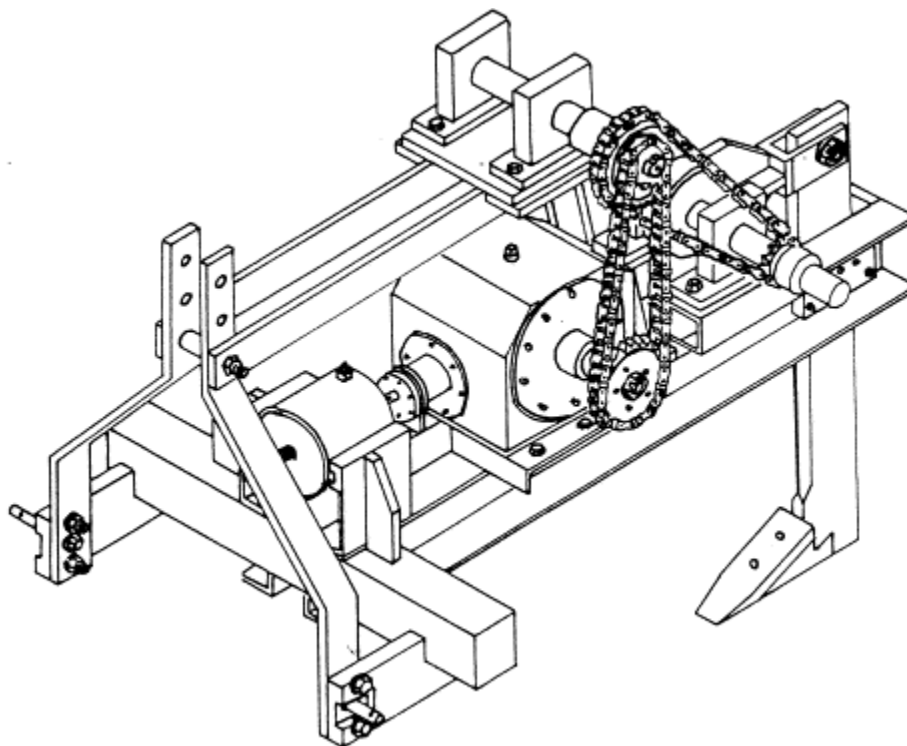
U drugom konceptu snaga potrebna za dobivanje vibracijskog efekta se dobije pomoću potencijalne energije nakupljene u oprugama za vrijeme vožnje. Ovakav mehanizam nudi mjestimičnu proizvodnju vibracija koje ovise isključivo o brzini vožnje i lokalnim karakteristikama tla. Sama noga se spaja sa vijkom u jednoj točki sa nosačem te sa oprugom kao drugom točkom te se tako stvara mogućnost stvaranja vibracija. Prednost ovog mehanizma je svakako jednostavnost pomoću kojeg se dobiva vibracijski efekt te jeftina izvedba, održavanje i eventualni popravak. Postoji niz mogućnosti kako se ovakav sklop može izvesti, sa puno nogu za velike površine ili manje nogu za uski prostor među gredicama voćnjaka i vinograda. Glavni nedostatak ovakvog koncepta je nemogućnost stavljanja specijaliziranih uređaja na sam podrivač kod kojeg dimenzije ovisno o poslu na koji se primjenjuje bitno variraju.



Slika 13. Koncept 2

4.3.3. KONCEPT 3

Treći koncept je osmišljen na način da se snaga za pokretanje vibracijskog mehanizma dobiva pomoću hidrauličke pumpe koja pogoni oscilirajući mehanizam koji stvara vibrirajući efekt. Sam način spajanja papuče na nogu te vodilice na papuču ostaje isti kao u konceptu 1. Ovakav mehanizam zbog naprednosti i složenosti svojih komponenta ga čini relativno skupljim i težim za održavanje obzirom da se radi o hidrauličkom sklopu i oscilirajućem mehanizmu gdje se mogu dogoditi oštećenja. Također izloženost oscilirajućeg mehanizma na prljavštinu, zemlju i prašinu nije preporučena i teško se izbjegava u poljoprivrednoj industriji.



Slika 14. Koncept 3

4.4. VREDNOVANJE I ODABIR KONCEPTA

Tablica 5. Vrednovanje i odabir koncepta

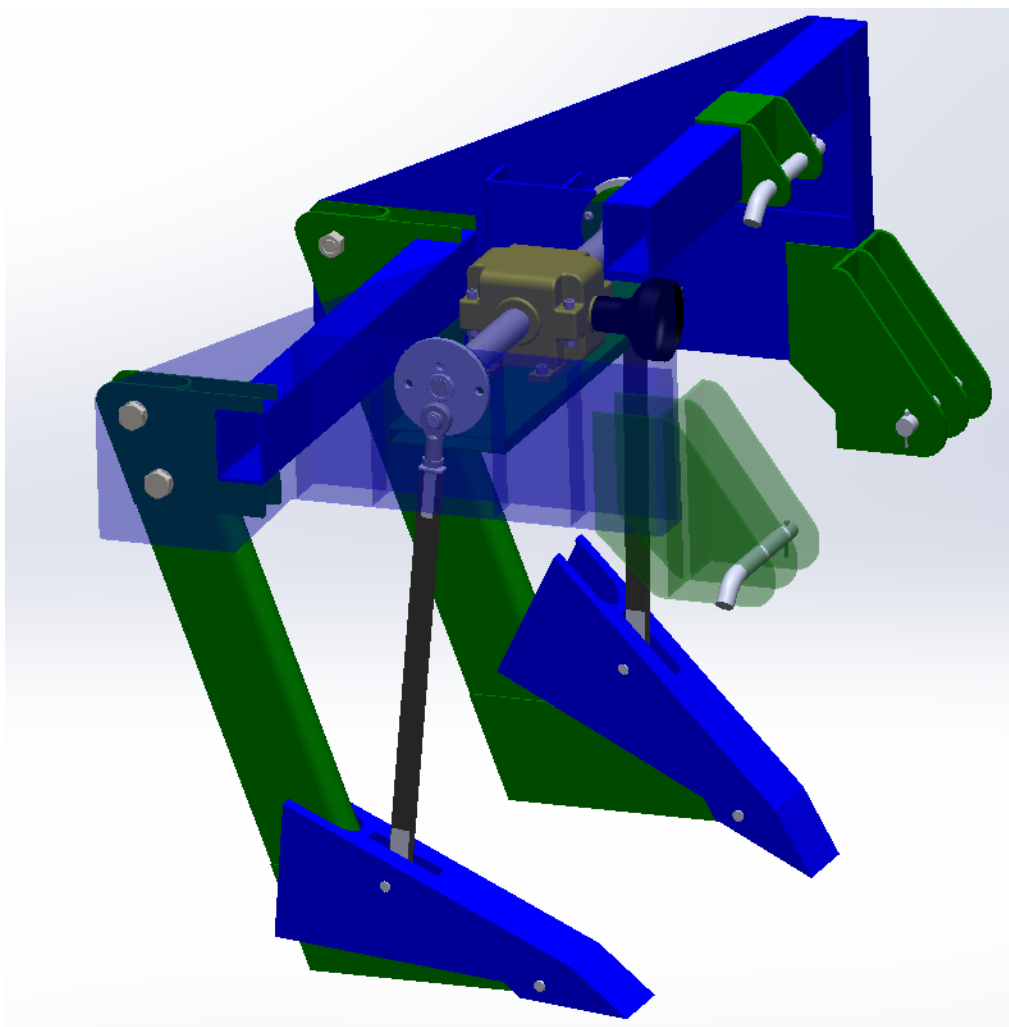
KRITERIJ	KONCEPT 1	KONCEPT 2	KONCEPT 3
Jednostavnost konstrukcije	4	5	2
Masa uređaja	3	3	1
Broj nogu	2	2 - 10	2
Lakoća upravljanja	5	3	3
Lakoća održavanja	4	5	3
Cijena	4	4	2
UKUPNO	22	20	13

Rangiranje se kreće po redosljedu 1 - 5 gdje je 1 nepovoljnija ocjena, a 5 najpoželjnija.

4.5. OPIS RADA KONCIPIRANOG STROJA:

Pomoću morfološke matrice i vrednovanja koncepata, odabran je sljedeći završni oblik vibracijskog podrivača:

Od izlaznog vratila snaga dobivena od trakora se prenosi naprije preko kardanskog vratila do reduktora smještenog na samom stroju gdje se smanjuje broj okretaja i povećava izlazni moment te razvodi prema lijevoj i desnoj nozi. Rotacijsko gibanje vratila se mora pretvoriti u oscilirajuće gibanje pomoću diska sa ekscentrično pozicioniranim provrtima. Preko diska - svornjaka - zglobove glave se stvara oscilacija koja se vodicom prenosi do papuče na nozi stroja koja obavlja funkciju rahljenja zemlje i razbijanja traktorskog kolotraga.



Slika 15. 3D model vizualizacije koncepta 1

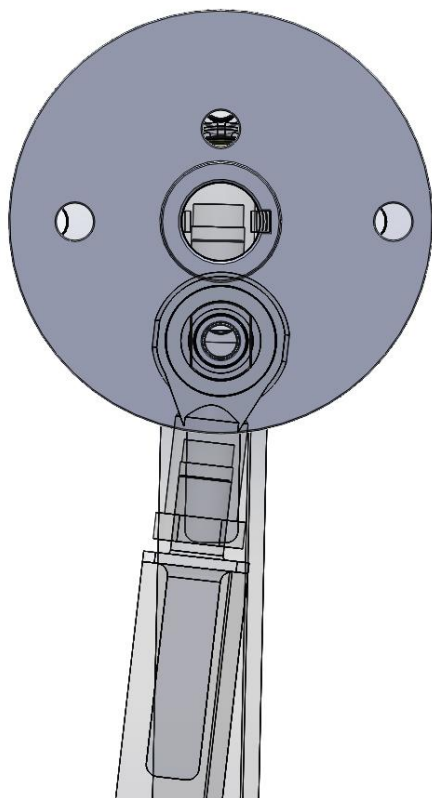
4.6. OPIS MEHANIZMA ZA PROIZVODNJU VIBRACIJA

4.6.1. MODULACIJSKI DISK

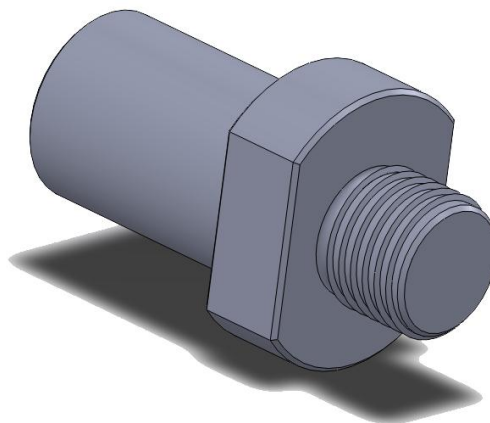
Koncept dobivanja oscilirajućeg gibanja je osmišljen na jednostavan način prema kojem se koristi ekscentrično pozicioniran svornjak na modulirajući disk. Modulirajući disk je nazvan zbog broja i pozicije provrta. Svaki provrt se nalazi na različitom radijusu te se time dobiva mogućnost regulacije frekvencije vibracijskog stroja.

4.6.2. SVORNJAK

Funkcija svornjak je ta da se pomoću navoja spoji sa diskom i time stvori oscilirajuće gibanje, a ostatak svornjaka služi da se umetne u zglobni ležaj. Osiguranje od mogućnosti aksijalnog pomaka svornjaka po svornjaku je eliminirana utorom sa seegerov osigurač, a ostale pomake nastale zbog promjenjivih opterećenja i frekvencija vibracija kompenzira sam oblik ležaja.



Slika 16. Modulacijski disk prikazan u nacrtu i spojen sa mehanizmom (lijevo)



Slika 17. Izometrijski prikaz svornjaka (desno)

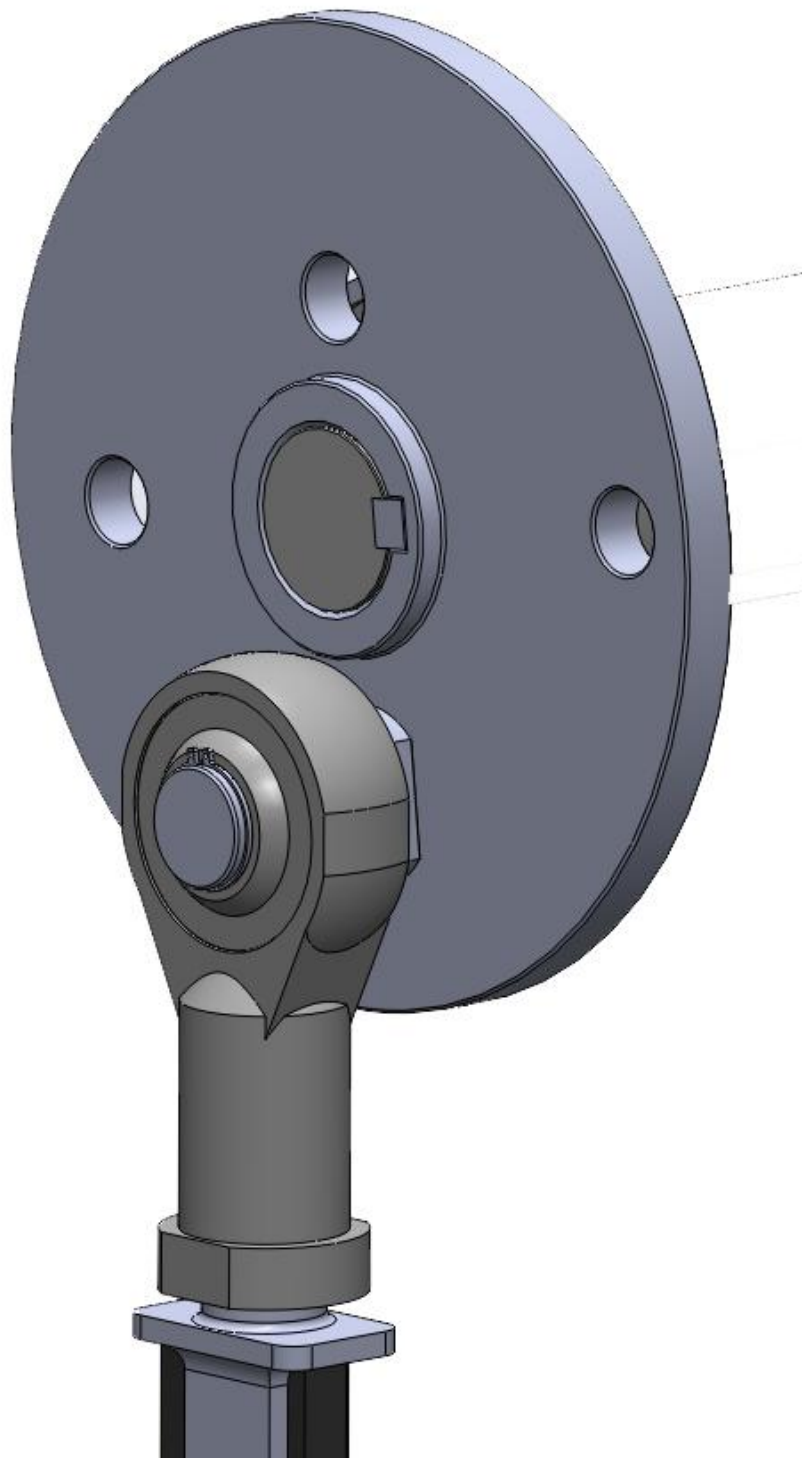
4.6.3. ZGLOBNA GLAVA

Zglobna glava kao vrsta ležaja je često korišten sklop u sustavima gdje je potrebno osigurati pomake do nekoliko milimetara te kutni zakret do 12° . Usljed vibracija i opterećenja izazvano promjenjivom strukturom tla dolazi do učestalih pomaka vodilice koji bi mogli dovesti sklop do neispravnog stanja. Tom problemu se pristupa pomoću zglobne glave učestalo korištenom na agrikulturni i građevinskim strojevima.

Način rada takvog ležaja je taj da se u sferu sa provrtom umetne rukavac na određenu toleranciju, najčešće se riječ o prijelaznom i čvrstom dosjedu. Ovisno o položaju diska, opterećenjima, netočnosti izrade i sličnim faktorima se sfera zakreće u svojoj čahuri te tako dopušta umjerene aksijalne pomake vodilice.



Slika 18. Prikaz zglobne glave [4]



Slika 19. 3D model prikaza oscilacijskog mehanizma

5. ODABIR STANDARDNIH DIJELOVA

5.1. ODABIR TRAKTORA

Vibracijski podrivač konstruiran je za traktore kategorije II i kategorije III. Navadeni traktor pripada kategoriji III a kao reprezentativni primjerak odabran je: Lamborghini R2.80

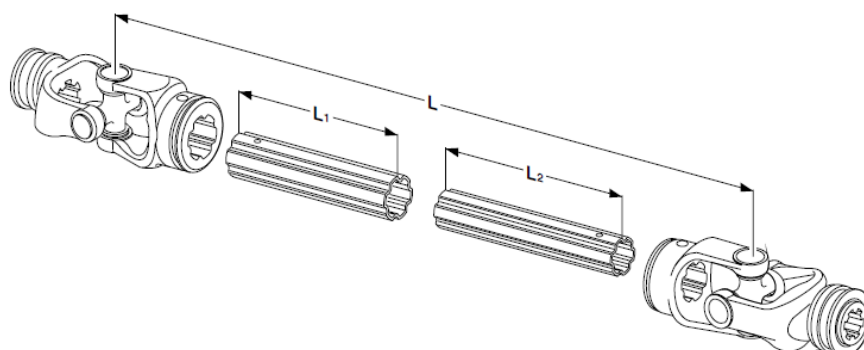


Slika 20. Traktor Lamborghini R2.80 [14]

Tablica 6. Tehnički podaci traktora Lamborghini R2.80 [14]



Maksimalna snaga motora (kW)	82
Maksimalna snaga izlaznog vratila (kW)	82/60
Maksimalni izlazni moment (Nm)	310
Maksimalni broj okretaja izlaznog vratila (rpm)	1000
Nominalni broj okretaja izlaznog vratila (rpm)	540
Maksimalna nosivost hidrauličkog pogona (kg)	10000
Maksimalni tlak hidrauličke pumpe (kPa)	20000

5.2. ODABIR ZGLOBNOG VRATILA



Slika 21. Izometrijski prikaz kardanskog vratila u izvedbi tvrtke Comer Industries [13]

Tablica 7. Popis karateristika zglobnih vratila ovisno o dopuštenom prijenosnom momentu [13]

Profile	Type	540 r.p.m.				1000 r.p.m.				max dynamic torque				
		kW	CV	Nm	in.lb.	kW	CV	Nm	in.lb.	Nm	in.lb.			
	20	17	23	300	2650	26	36	250	2200	460	4050	●	●	●
	40	28	38	490	4310	43	58	410	3600	850	7530	●	●	●
	50	37	50	650	5750	57	77	540	4750	1100	9740	●		
	60	50	68	880	7790	77	105	740	6510	1510	13360	●	●	●
	80	74	100	1300	11500	113	154	1080	9550	2390	21150	●	●	●
	90	88	120	1560	13800	140	190	1340	11850	2900	25700	●		

Odabrano je zglobno vratilo iz kataloga "Comer Industries": Profil V.80

L - ukupna duljina vratila

L = 810 mm

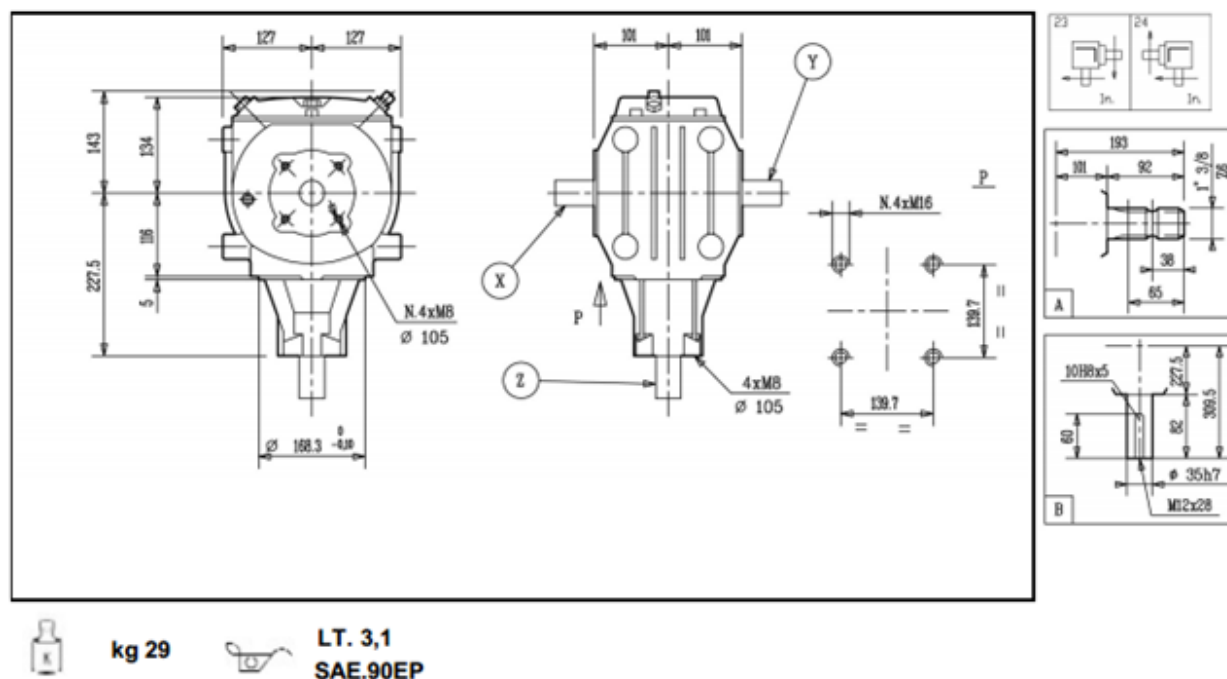
L1 - duljina pogonskog segmenta

L1 = 620 mm

L2 - duljina gonjenog segmenta








L2 = 635 mm

5.3. ODABIR REDUKTORA



Slika 22. Prikaz odabranog reduktora: model 2.262.031; navedeni podaci su težina, kategorija ulja za zupčanike te oblik vratila na ulazu [13]

Tablica 8. Popis karateristika reduktora [13]

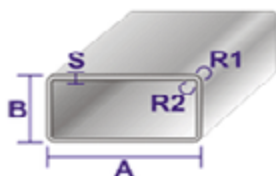
																			
i		r.p.m.	HP	kW	daNm	inLbs	X	Y	Z						L				
1 : 1,93		540	98	72,1	64	5926	-	A	B	23	24	-	-	-	0	Y	-	262.031	

5.4. KONSTRUKCIJA NOSIVOGR POSTOLJA

5.4.1. ODABIR PROFILA NOSIVE KONSTRUKCIJE

Prilikom odabira profila povodio sam se da bude što više istih standardnih dijelova, kako bi konstrukcija bila što lakša, jednostavnija, način spajanja što jednostavniji sa što manje zavara te posebnu pozornost treba posvetiti da sami zavari nisu opterećeni na vlak.

U tu svrhu koristio sam standardne UPN, kvadratne i L profile te svega osam manjih ploča, gotovo zanemarive težine. Takoder obratio sam veliku pozornost na standardizaciju rastavljivih spojeva. Tako imamo svega dvije vrste vijaka, matica i podložnih pločica, a to su M12 i M6, koji su dovoljni da podnesu opterećena.

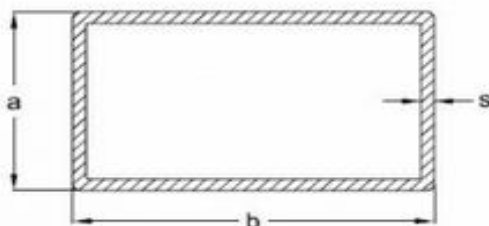


kvadratne cijevi s specijalnim dužinama/pravokutne cijevi

A	B	S	R1	R2	kg/m
40	40	2	0	0	0,92
40	40	2,5	0	0	1,01
45	45	2,5	3,5	1	1,12
50	50	2	0	0	1,04
60	40	4	0	0	1,99
60	50	2	0	0	1,06
80	60	3	0	0	2,17
100	75	2	4	3	1,29
100	50	2	0	0	1,58
100	75	2,5	0	0	2,30
120	50	2	0	0	1,79
120	120	4	0	0	5,01
120	120	4	0	0	5,01
120	120	5	0	0	6,21
140	80	4	0	0	4,58
160	80	3	0	0	3,79
160	80	4	0	0	5,01
160	80	4	0	0	5,01
180	50	3	0	0	3,63
190	50	2	0	0	2,62
200	10	2	0	0	2,01
200	50	2,5	0	0	3,31
200	200	4	2	2	8,47
200	200	4	2	2	8,47

Tablica 9. Popis dimenzija kvadratnih profila [6]

5.4.2. ODABIR PROFILA NOSAČA REDUKTORA



Pravokutne cijevi

Zavarene visokofrekvencijskim zavarivanjem (HF), toplinski neobrađene
 Dužina cijevi: pribli. 6 m
 Certifikat: EN 10204/3.1

Kvaliteta: 1.4301/1.4404/1.4541/1.4571

PROMJER (mm):		DEBLJINA STIJENKE (mm):	TEŽINA (kg/m):	PROMJER (mm):		DEBLJINA STIJENKE (mm):	TEŽINA (kg/m):
a	b	s		a	b	s	
20	x 10	x 1,00	0,45	60	x 30	x 1,20	1,69
20	x 10	x 1,20	0,54	60	x 30	x 1,50	2,10
20	x 10	x 1,50	0,66	60	x 30	x 2,00	2,77
20	x 15	x 1,50	0,78	60	x 30	x 3,00	4,08
20	x 15	x 2,00	1,02	60	x 40	x 1,50	2,34
25	x 10	x 1,00	0,53	60	x 40	x 2,00	3,09
25	x 10	x 1,50	0,78	60	x 40	x 2,50	3,83
25	x 15	x 1,00	0,61	60	x 40	x 3,00	4,56
25	x 15	x 1,20	0,73	60	x 40	x 4,00	5,98
25	x 15	x 1,50	0,90	70	x 20	x 2,00	2,77
25	x 15	x 2,00	1,18	70	x 40	x 2,00	3,41
30	x 10	x 1,00	0,61	70	x 40	x 3,00	5,04
30	x 10	x 1,20	0,73	80	x 20	x 2,00	3,09
30	x 10	x 1,50	0,90	80	x 30	x 3,00	5,04
30	x 15	x 1,00	0,68	80	x 40	x 1,50	2,81
30	x 15	x 1,20	0,81	80	x 40	x 2,00	3,73
30	x 15	x 1,50	1,00	80	x 40	x 2,50	4,63
30	x 15	x 2,00	1,30	80	x 40	x 3,00	5,52
30	x 20	x 1,00	0,77	80	x 40	x 4,00	7,26
30	x 20	x 1,20	0,92	80	x 40	x 5,00	8,94
30	x 20	x 1,50	1,14	80	x 50	x 3,00	6,00
30	x 20	x 2,00	1,50	80	x 60	x 2,00	4,37
35	x 20	x 1,00	0,85	80	x 60	x 3,00	6,47
35	x 20	x 1,50	1,26	80	x 60	x 4,00	8,53

Tablica 10. Popis dimenzija pravokutnih profila [6]

6. PRORAČUN NESTANDARDNIH DIJELOVA

6.1. PRORAČUN OSOVINE PODRIVAJUĆE NOGE

Osovine su opterećenje na odrez te su kritično opterećene snagom motora koja pogoni podrivajuću papuču. Pretpostavimo da nema značajnih gubitaka u snazi te da se samo 5% odnosi na mehaničke gubitke koji uključuju gubitke u kardanskom vratilu i reduktoru.

$$P_{max} = 60 \text{ kW}$$

$$P_{red} = P_{max} \cdot \eta_{kard} \cdot \eta_{red} = 60 \cdot 0,96 \cdot 0,98 = 56,47 \text{ kW}$$

$$i_{red} = \frac{n_{max}}{n_{red}} \Rightarrow n_{red} = \frac{n_{max}}{i_{red}} = \frac{1000}{4} = 250 \text{ o / min} = 4,16 \text{ o / sec}$$

$$\omega_{red} = 2 \cdot \pi \cdot n_{red} = 2 \cdot \pi \cdot 4,16 = 26,18 \text{ o / sec}$$

$$M_{red} = \frac{P_{max}}{\omega_{red}} = \frac{56470}{26,18} = 2156,99 \text{ Nm}$$

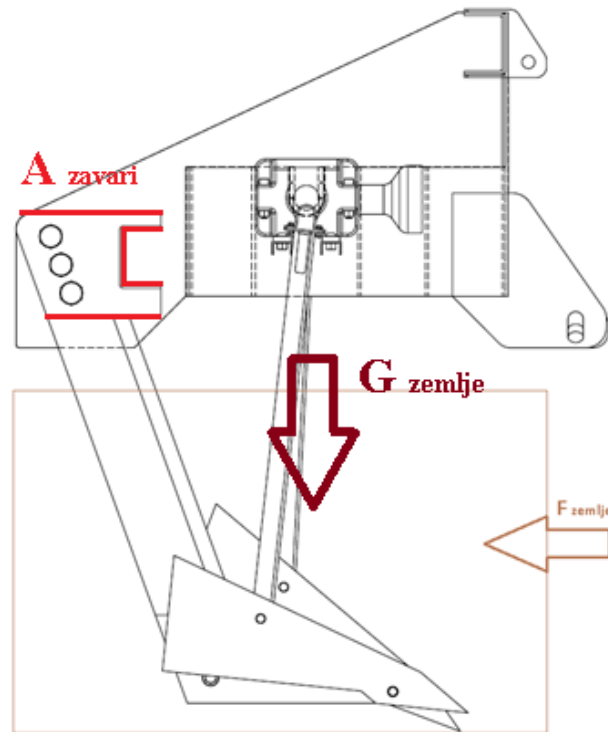
$$F_t = \frac{M_{red}}{r_v} = \frac{2156,99}{0,03} = 71899,75 \text{ N}$$

$$\tau_a = \frac{F_t}{2 \cdot \frac{d^2 \cdot \pi}{4}} = \frac{71899,75}{2 \cdot \frac{d^2 \cdot \pi}{4}} = 50,85 \text{ N/mm}^2 < \tau_{dop} = 72 \text{ N/mm}^2$$

Odabran materijal osovine je St 37 (Č0361), opterećenje jednosmjerno promjenjivo, dok je osovina okarakterizirana kao stezni glatki zatik.

- prema "Karl-Heinz Decker: Elementi Strojeva", str. 174.

6.2. PRORAČUN ZAVARA PODRIVAJUĆE NOGE



Slika 23. Raspodjela sila na vibrirajuću papuču i oznaka proračunatog zavora

Površina zavora:

$$A_{zav1} = (74 \cdot 5 \cdot 2) + (245 \cdot 5 \cdot 2) = 740 + 2050 = 2790 \text{ mm}^2$$

Smično naprezanje zavora:

$$\tau_{zav1} = \frac{F_{zemlje}}{A_{zav1}} = 9,25 \text{ N/mm}^2$$

Sila kojom zemlja djeluje na noge vibracijskog podrivača:

$$F_{zemlje} = p_{zemlje} \cdot A_{noge} = 400 \cdot 40,8 = 16320 \text{ N}$$

$$p_{zemlje} = 40 \text{ kPa}$$

$$A_{noge} = 680 \cdot 60 = 40800 \text{ mm}^2$$

Površina noge je uzeta kao vertikalni profil na kojeg djeluje stupac zemlje kohezivnosti 40 kPa. Sila kojom zemlja djeluje je uzeta kao tlak i površina te djeluje kao kontinuirano

opterećenje koje uzrokuje vlačno naprezanje. Također moment savijanja napreže zavar oko osi Y, a krak je uzet najveći mogući kako bi se ispitalo najveće moguće naprezanje.

Moment savijanja:

$$M_{f\ zav\ 1} = F_{zemlje} \cdot L_{noga} = 1632 \cdot 700 = 1142400\ N/mm = 1142,4\ Nm$$

$$W_{f\ zav\ 1} = \frac{I_{f\ zav}}{e} = 167837,16\ mm^3$$

$$I_{f\ zav\ 1} = 9482800\ mm^4$$

$$e = \frac{c+2a}{2} = \frac{113}{2} = 56,5\ mm$$

$$\tau_{zav\ 2} = \frac{M_{f\ zav\ 1}}{W_{f\ zav\ 1}} = 6,80\ N/mm^2$$

Smično naprezanje izazvano težinom zemlje i dijelova:

$$\tau_{zav\ 3} = \frac{F_g}{A_{zav\ 3}} = 0,65\ N/mm^2$$

$$m_{zemlje} = \rho_{zem} \cdot V_{zem} = 2000 \cdot (0,100 \cdot 0,750 \cdot 0,450) = 67,5\ kg$$

$$F_g = m_{zem} \cdot g = 67,5 \cdot 9,80665 = 665\ N$$

$$A_{zav\ 3} = (108 \cdot 5 \cdot 2) = 1080\ mm^2$$

Ukupno reducirano naprezanje:

$$\sigma_{red} = \sqrt{3 \cdot (\tau_{zav\ 1} + \tau_{zav\ 2} + \tau_{zav\ 3})^2} = 28,95\ N/mm^2$$

Dopušteno naprezanje:

Kvaliteta zavora čelika Č0361 je kategorije I koja je opisana kao slučaj zarezno djelovanja K3, pogonska grupa je uzeta B4.

$$\sigma_{D(-1)op} = 126\ N/mm^2$$

Za naizmjenično opterećenje uzimamo vrijednost $r = -1$ te je dopušteno naprezanje tada:

$$\sigma_{Dv(r)dop} = \frac{5}{3-2r} \cdot \sigma_{D(-1)op}$$

$$\sigma_{Dv(r)dop} = 50,4\ N/mm^2$$

$$\sigma_{red} = 29,95\ N/mm^2 < \sigma_{Dv(r)dop} = 50,4\ N/mm^2$$

Zavar će prema proračunu izdržati naprezanja.

6.3. PRORAČUN SVORNJAKA OSCILACIJSKOG MEHANIZMA

Svornjak je kritično opterećen na odrez usljed djelovanja oscilacijskog pomaka i vibracija izazvanih radom stroja unutar zemlje.

$$F_{zemlje} = m_{zemlje} \cdot g = 67,5 \cdot 9,80665 = 662 \text{ N}$$

$$A_{svornjak} = \frac{d^2 \cdot \pi}{4} = \frac{20^2 \cdot \pi}{4} = 15,70 \text{ mm}^2$$

$$\tau_t = \frac{F_{zemlje}}{2 \cdot A_{svornjak}} = 21,08 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_t = 21,08 \text{ N/mm}^2 < \tau_{t \text{ dop}} = 52 \text{ N/mm}^2$$

6.4. PRORAČUN VRATILA

Opterećenja na vratilu

Tangencijalna sila:

$$F_{t_2} = \frac{T}{r_2} = \frac{857,5}{70} = 12,250 \text{ kN}$$

Radijalna komponenta se zbog konstantne promjene kuta vibracijskog sklopa. Analizirajući utjecaj sila - tangencijalnom silom stvara se torzijsko naprezanje koje nepovoljno utječe na vratilo te proračunavamo dimenzije.

Komponente reakcija u osloncima A i B:

$$\sum M_{Bv} = 0: F_{zemlja} \times l - F_{Av} \times (l - l_1) = 0$$

$$F_{Av} = \frac{12250 \times 285}{(285 + 75)}$$

$$F_{Av} = 9700 \text{ N}$$

$$\sum Y_v = 0: F_{Bh} = -F_{Av} + F_{zemlja} = -9700 + 12250$$

$$F_{Bv} = 2250 \text{ N}$$

Proračun idealnog oblika vratila

Promjeri vratila u presjecima koji su samo savojno (fleksijski) opterećeni: u to područje spadaju dijelovi vratila koji se nalaze između oslonca i modulirajućeg diska: za zadani materijal vratila St 52-3 (Č0561) prema danim uvjetima zadatka odabrano je:

$$\sigma_{fDNdop} = 50 \text{ N/mm}^2$$

$$d_x = \sqrt[3]{\frac{10 \times M_x}{\sigma_{fDNdop}}} = \sqrt[3]{\frac{10 \times F_A}{\sigma_{fDNdop}}} \times x^{\frac{1}{3}} [\text{mm}]$$

$$d_x = \sqrt[3]{\frac{10 \times F_A}{\sigma_{fDNdop}}} \times x^{\frac{1}{3}} = \sqrt[3]{\frac{10 \times 9700}{50}} \times x^{\frac{1}{3}} = 12,47 \times x^{\frac{1}{3}}$$

$$x_1 = 10mm \Rightarrow d_{x_1} = 12,47 \times x_1^{\frac{1}{3}} = 12,47 \times 10^{\frac{1}{3}} = 26,90mm$$

$$x_3 = 30mm \Rightarrow d_{x_1} = 12,47 \times x_1^{\frac{1}{3}} = 12,47 \times 30^{\frac{1}{3}} = 38,75mm$$

Promjeri vratila u presjecima koji su uvojno (torzijski) opterećeni:

$$d = \sqrt[3]{\frac{32 \times M_{red}}{\pi \times \sigma_{fDNdop}}} \approx \sqrt[3]{\frac{10 \times M_{red}}{\sigma_{fDNdop}}} [mm]$$

$$M_{red} = \sqrt{M^2 + 0,75(\alpha_0 \times T)^2}$$

$$\alpha_0 = \frac{\sigma_{fDN}}{1,73 \times \tau_{tDN}}$$

Za materijal vratila St 52-3 (Č0561) slijedi:

$$\sigma_{fDN} = 240 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{tDN} = 150 \text{ N/mm}^2$$

$$\alpha_0 = \frac{214}{1,73 \times 150} = 0,92$$

Zbog zanemarivanja savojnog naprezanja te stavljanja fokusa samo na torzijsko naprezanje dobivamo da je za sve presjeke reducirani moment jednak.

$$M_{red1} = \sqrt{M_1^2 + 0,75 \times (\alpha_0 \times T)^2} = \sqrt{0,75 \times (0,92 \times 857)^2}$$

$$d_4 = \sqrt[3]{\frac{10 \times M_{red1}}{\sigma_{fDNdop}}} = \sqrt[3]{\frac{10 \times 682000}{50}} = 51,475mm$$

Stupnjevanje vratila

Vratilo je stupnjevano na 3 različita stupnja u skladu sa dobivenim vrijednostima. Presjek 1 se odnosi na dio vratila na koji se zavari modulirajući disk, dok je presjek 2 uzet kao ležajno mjesto, a potom je ostatak vratila dimenzioniran prema dijelu proračuna sa isključivo torzijsko naprezanje.

Presjek 1: $d_1 = 30 \text{ mm}$

Presjek 2 : $d_2 = 35 \text{ mm}$

Presjek 3 : $d_3 = 55 \text{ mm}$

Izbor i proračun valjnih ležaja

Ležajno mjesto u osloncu A je prema zahtjevu zadatka slobodno, te kao takvo može preuzeti samo opterećenja radijalnim silama. Prema tome izbor valjnog ležaja za ovo ležajno mjesto vrši se prema radijalnoj reakciji F_A i prethodno odabranom promjeru rukavca d_1 .

Katalog FAG:

$$F_A = 9700 \text{ [N]}$$

$$d_1 = 35 \text{ [mm]}$$

$$L_h = 8000 \text{ [h]} \text{ i } n_{m2} = 250 \text{ [o/min]}$$

Ekvivalentno dinamičko opterećenje

$$P = F_r = F_A = 9700 \text{ [N]}$$

Faktor vijeka trajanja

$$f_L = \sqrt[10]{\frac{L_h}{500}} = \sqrt[10]{\frac{8000}{500}} = 2,297 \approx 2,3$$

Faktor broja okretaja

$$f_n = \sqrt[10]{\frac{33 \frac{1}{3}}{n_{m2}}} = \sqrt[10]{\frac{33 \frac{1}{3}}{320}} = 0,507$$

Faktor temperature

$$f_t = 1 \quad \text{Za radnu temperaturu ležaja } t < 150^\circ\text{C} \text{ (423 K)}$$

Dinamičko opterećenje ležaja

$$C_1 = P \times \frac{f_L}{f_n \times f_t} = 9700 \times \frac{2,3}{0,507} = 44000 \text{ [N]}$$

Prema **dinamičkoj opterećenosti ležaja** i promjeru rukavca $d_1 = 35 \text{ [mm]}$ odabran je valjkasti ležaj **SKF N 207 ECM**

$$C = 54000 \text{ [N]} > C_1 = 44000 \text{ [N]}$$

Čime je **zadovoljen** potreban uvjet pri izboru i proračunu ležajeva.

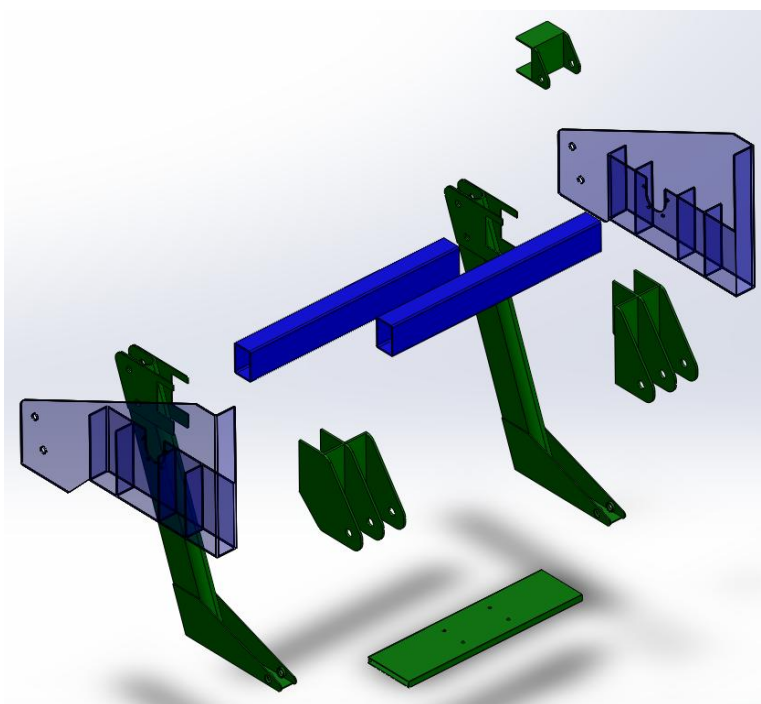
7. POSTUPAK SASTAVLJANJA PROFILA

Način spajanja zavarene konstrukcije vibracijskog podrivača:

Sama ploča je izvedena da se najprije stavljaju rebra za ojačanje i navariva ploča koja ima utor za ležaj vratila za pogon vibracijskog mehanizma. Provrti su načinjeni kako bi se učvrstila čahura za navedeni ležaj.

Ovako rješenje prilikom demontaže nudi lakšu mogućnost rastavljanja vibracijskog sklopa te pripadajućeg vratila i reduktora. Na desnu ploču se najprije pozicioniraju i zavarivaju kvadratni i pravokutni profili, prvo 2 kvadratna profila pozicionirana prema danim dimenzijama, a potom pravokutni profil koji služi kao nosač reduktora. Lijeva ploča se stavlja poput poklopca te se zavariva sa navedenim profilima.

Na stražnji- donji kutijasti profil se pozicioniraju i zavarivaju noge pritom pazеći da provrti za dodatne poljoprivredne uređaje ostanu na zadanim mjerama. Na nogu se potom zavarivaju trokutasta krila koja će nositi vibracijsku papuču. Na samu nogu se stavljaju čahure sa utorima za ležaj i seeger uskočnike, te se zavarivaju na zadanu mjeru. Na bočne ploče se pri dnu na zadane dimenzije pozicioniraju prihvatnici za nosače traktorske poteznice pomoću kojih se ostvaruje elevacija uređaja. Na sredini gornjeg kvadratnog profila se zavariva treći prihvatnik nosača traktorske poteznice.



Slika 24. Eksplodirani prikaz dijelova nosive konstrukcije stroja

8. PRILOG

8.1. TEHNIČKA DOKUMENTACIJA

9. ZAKLJUČAK

Iako na današnjem tržištu postoji veliki niz proizvođača vibracijskih podrivača, daljnja analiza tržišta i postojećih proizvoda je od izuzetne važnosti za tvrtku ako želi opstati na tržištu kao konkurentna i profitabilna tvrtka. Prilikom koncipiranja proizvoda uvijek treba imati na umu inovaciju i poboljšanje, kavalitetu, konkurentnu i pristupačnu cijenu uz korištenje što više standardiziranih dijelova koji uvelike olakšavaju postao konstruktorima. Mogućnost upotrebe vibracijskog podrivača je raznolika, od voćnjaka, vinogradarskih gredica do malih otvorenih polja na ravnom ili na kosini.

U današnje vrijeme osvještenost populacije prema negativnom utjecaju industrije na okoliš je na visokoj razini te je zbog toga važno proizvoditi u što boljim uvjetima sa što manjim utjecajem na okoliš. To uključuje održavanje tvornice, zbrinjavanje otpadnih voda i materijala, filtriranje ispušnih plinova tijekom procesa proizvodnje.

Konstrukcija vibracijskog podrivača nije najjednostavnije izvedbe, ali je optimizacijom dobiven najbolji omjer uloženog i dobivenog što se očituje kroz brojne funkcije koje stroj može obavljati u ovisnosti o malom utrošku energije i pozitivnom utjecaju na okoliš.

10. LITERATURA

1. Karl - Heinz Decker: Elementi strojeva, Zagreb: Golden marketing - Tehnička knjiga 2006.
2. Opalić, Kljajin, Sebastijanović: Tehničko crtanje, Čakovec: Zrinski d.o.o. 2002.
3. Bojan Kraut: Strojarski priručnik, Zagreb: Sajema 2009.
4. SKF katalog, <http://www.skf.com>
5. Unverferth podrivač, <http://www.umequip.com>
6. INOX cijevi, <http://www.strojopromet.com>
7. INO-BREŽICE podrivač, <http://www.inobrezice.com>
8. Clemens podrivač, <http://www.clemens.com.au>
9. Veda-farming podrivač, <http://www.vedafarming.com>
10. Minos-agri podrivač, <http://www.minosagri.com>
11. John Deere, <http://www.deere.com>
12. Deutz-Fahr, <http://www.deutz-fahr.com>
13. Comer Industries, <http://www.comerindustries.com>
14. Lamborghini, <http://www.lamborghini-tractors.com>